

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
15 janvier 2004 (15.01.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/006275 A2

(51) Classification internationale des brevets⁷ : **H01H**

(72) Inventeurs; et

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2003/002069

(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) : **BESSEDE, Jean-Luc** [FR/FR]; 16, chemin de la Mollarde, Le Sibuet, F-38300 Châteauvillain (FR). **VISATA, Oana, Irina** [FR/FR]; 15, rue de la Chartreuse, F-38120 Saint Egrève (FR). **PORTE, Jacques** [FR/FR]; 55, rue Bellecombe, F-69006 Lyon (FR).

(22) Date de dépôt international : 3 juillet 2003 (03.07.2003)

(74) Mandataire : **DE LAMBILLY, Marie-Pierre**; c/o Alstom, Legal - I.P., 25, avenue Kléber, F-75116 Paris (FR).

(25) Langue de dépôt : **français**

(81) États désignés (*national*) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,

(26) Langue de publication : **français**

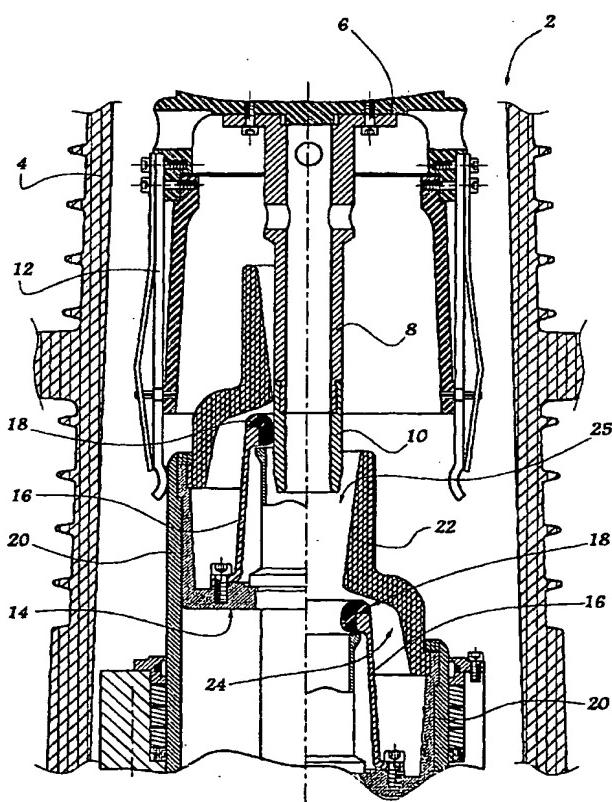
[Suite sur la page suivante]

(30) Données relatives à la priorité :
02/08498 5 juillet 2002 (05.07.2002) **FR**

(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) : **ALSTOM** [FR/FR]; 25, avenue Kléber, F-75116 Paris (FR).

(54) Title: ARC CONTACT ELEMENT FOR AN ELECTRICAL APPARATUS, PRODUCTION METHOD THEREOF, CORRESPONDING CONTACT ASSEMBLY AND ELECTRICAL APPARATUS

(54) Titre : ELEMENT DE CONTACT D'ARC POUR APPAREILLAGE ELECTRIQUE, SON PROCEDE DE FABRICATION, ENSEMBLE DE CONTACT ET APPAREILLAGE ELECTRIQUE CORRESPONDANTS



(57) Abstract: The invention relates to an arc contact element (10, 18) which can occupy a first position in which it is in contact with another arc contact element (18, 10) and a second position in which it is separated from said other arc contact element in order to interrupt the current. The inventive element comprises carbon fibres which are embedded in a matrix consisting of at least one electrically-conducting material which is associated with the graphite.

(57) Abrégé : Cet élément de contact d'arc (10, 18) est apte à occuper une première position dans laquelle il est en contact avec un autre élément de contact d'arc (18, 10), ainsi qu'une seconde position, dans laquelle il est séparé de cet autre élément de contact d'arc afin de permettre l'interruption du courant. Cet élément comprend des fibres de carbone noyées dans une matrice qui comprend au moins un matériau électriquement conducteur associé à du graphite.

WO 2004/006275 A2



SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **États désignés (régional) :** brevet ARIPO (GH, GM, KE,
LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet
eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,
TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée
dès réception de ce rapport

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

ELEMENT DE CONTACT D'ARC POUR APPAREILLAGE ELECTRIQUE,
SON PROCEDE DE FABRICATION, ENSEMBLE DE CONTACT ET
APPAREILLAGE ELECTRIQUE CORRESPONDANTS.

La présente invention concerne un élément de contact d'arc pour appareillage électrique de coupure en moyenne ou haute tension, un procédé de fabrication d'un tel élément, un ensemble de contact comprenant au moins un tel élément, ainsi qu'un appareillage électrique de coupure pourvu d'un tel ensemble de contact.

Au sens de l'invention, un appareillage électrique de coupure en moyenne ou haute tension est, par exemple, un disjoncteur, un sectionneur, un contacteur, ou encore un commutateur de charge. On entend, par moyenne ou haute tension, une tension supérieure à environ 1 000 Volt.

De façon connue, un tel appareillage de coupure comprend un ensemble de contact, qui est pourvu de deux organes fixe et mobile, dont chacun est équipé d'un élément de contact respectif. L'élément mobile peut ainsi être déplacé, par rapport à l'élément fixe, entre une position de contact et une position séparée, ou de coupure.

Lors du mouvement de l'organe mobile entre la position de contact et la position séparée, il se forme un arc électrique, qui disparaît une fois la coupure de l'arc effectuée.

L'organe mobile est par ailleurs muni d'une buse isolante, qui délimite un canal annulaire par lequel, lors du mouvement de l'organe mobile, un gaz isolant est dirigé vers la zone où se produit l'arc électrique.

FR-A-2 181 699 décrit un disjoncteur à haute tension, du type explicité ci-dessus. Dans ce disjoncteur, les éléments de contact d'arc sont formés de corps en graphite renfermant, aux endroits de leurs contacts, un produit d'addition électriquement conducteur, qui est constitué d'un ou plusieurs métaux.

On a également proposé, par EP-A-0 665 565, un ensemble de contact pour appareillage de coupure, qui est pourvu d'une pièce supplémentaire, formant pièce d'usure, réalisée en graphite.

5 Cette seconde solution présente cependant des inconvenients, liés à la tenue mécanique insuffisante du matériau employé. Ainsi, lors de chocs mécaniques, intervenant notamment durant les opérations de fermeture, de petites particules de graphite sont susceptibles de se 10 détacher de l'ensemble de contact.

Ceci est donc à même de perturber la coupure d'arc, une diminution de la tenue diélectrique pouvant même se produire. Par ailleurs, la fragilité du graphite rend difficile la liaison entre cette pièce d'usure et le reste 15 de l'ensemble de contact. Ceci induit un surcoût des différents éléments constitutifs, et pénalise ainsi leur réalisation à l'échelle industrielle.

On a également proposé, par EP-A-0 205 897, de réaliser les éléments de contact d'arc à partir de fibres 20 de carbone noyées dans une matrice de carbone.

Cependant, cette solution alternative présente également des inconvenients, inhérents en particulier à la faible conductivité thermique et électrique du carbone. Ceci provoque alors des résistances de contact élevées et, 25 par conséquent, des échauffements importants.

Cette faible conductivité électrique est également préjudiciable au bon fonctionnement du disjoncteur, étant donné qu'il existe un risque que l'arc commute sur les contacts parallèles, à savoir les contacts de courant 30 permanent. Par ailleurs, dans le procédé de réalisation décrit dans ce document, les fibres de carbone sont englobées dans une matrice en graphite, ce qui est complexe d'un point de vue industriel et entraîne donc un surcoût de fabrication.

Enfin, US-A-5,599,615 décrit un composant électrique destiné à être intégré dans un appareillage électrique, qui comprend un arrangement de fibres non métalliques disposées dans une matrice métallique conductrice. Les fibres 5 précitées ont une direction axiale et sont parallèles entre elles. Elles peuvent être réalisés en carbone, alors que les métaux appropriés pour former la matrice sont par exemple l'aluminium ou le fer, ainsi que les métaux nobles.

Ceci étant précisé, l'invention vise à proposer un 10 élément de contact d'arc qui puisse être réalisé de façon simple et peu onéreuse, tout en possédant une tenue globale améliorée par rapport à l'art antérieur, en particulier sur les plans mécanique et électrique, de manière à augmenter la durée de vie de l'appareillage de coupure qui en est 15 équipé.

A cet effet, elle a pour objet un élément de contact d'arc pour appareillage électrique de coupure en moyenne ou haute tension, notamment pour disjoncteur, cet élément étant destiné à être rapporté sur un support respectivement 20 fixe ou mobile appartenant à un ensemble de contact de cet appareillage de coupure, cet élément étant apte à occuper, en service, une première position dans laquelle il est en contact avec un autre élément de contact, ainsi qu'une seconde position dans laquelle il est séparé de cet autre 25 élément de contact afin de permettre l'interruption du courant dans l'appareillage, cet élément de contact comprenant des fibres de carbone noyées dans une matrice qui comprend au moins un matériau électriquement conducteur, caractérisé en ce que la matrice comprenant au 30 moins un matériau conducteur comprend également du carbone, sous forme de graphite.

Au sens de l'invention, ce matériau électriquement conducteur possède une résistivité électrique inférieure à 200 $\mu\Omega \cdot \text{cm}$.

La présence des fibres de carbone confère une bonne tenue mécanique, ainsi qu'une résilience satisfaisante, à l'élément de contact d'arc de l'invention. Par ailleurs, ce dernier présente une conductivité électrique et thermique 5 satisfaisante, grâce à la présence de la matrice précitée.

La présence de la matrice de graphite confère un faible coefficient de frottement à l'élément de contact de l'invention. Par ailleurs, cette matrice assure une fonction de remplissage, à savoir qu'elle évite qu'une 10 quantité trop importante de matériau conducteur ne soit présente, ce qui entraînerait des risques de vaporisation massive de celui-ci.

Cette matrice permet ainsi de retenir le matériau conducteur, au sein d'alvéoles de graphite. Ainsi, quand 15 bien même ce matériau se trouve à l'état liquide ou vaporisé, il se trouve retenu au sein de ces alvéoles, de sorte qu'il a peu tendance à en être évacué.

Il est à noter qu'il peut être envisagé de réaliser des éléments de contact de sectionneurs, en faisant 20 uniquement appel à un matériau conducteur, en tant que matrice, associé à une structure de fibres de carbone.

Dans cette optique, ces fibres sont agencées selon un tressage serré, avec de faibles interstices, afin de retenir de façon satisfaisante le matériau conducteur, en 25 cas de fusion de celui-ci.

Cette dernière application convient tout particulièrement aux sectionneurs, étant donné que ces derniers sont soumis à des échauffements relativement modérés, en particulier par rapport à ceux subis par les 30 disjoncteurs.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, les fibres de carbone comprennent des fibres longues disposées selon un tressage tridimensionnel.

Au sens de l'invention, de telles fibres longues possèdent un rapport entre leur longueur et leur diamètre qui est supérieur à 100, plus particulièrement à 1 000, encore plus particulièrement à 10 000. Cette mesure permet 5 d'améliorer encore la tenue mécanique de l'élément de contact, tout en conférant une homogénéité satisfaisante aux propriétés mécaniques de l'élément de contact d'arc.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le matériau conducteur représente, en poids, entre 10 et 50%, 10 de préférence entre 20 et 40%, de l'élément de contact.

Selon une autre caractéristique de l'invention, la taille des particules du matériau conducteur est comprise entre 0,1 et 200 micromètres, de préférence entre 1 et 50 micromètres.

15 Selon une autre caractéristique de l'invention, les fibres représentent, en poids, entre 1 et 90%, de préférence entre 30 et 80%, de l'élément de contact d'arc.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le matériau conducteur est le cuivre. Cependant, il est 20 également envisageable de faire appel à l'argent, au nickel, à l'étain ou encore à l'aluminium, que ce soit sous forme pure ou alliée.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, le diamètre de ces fibres de carbone est 25 compris entre 0,1 et 50 micromètres, de préférence entre 2 et 15 micromètres.

Selon une autre caractéristique de l'invention, l'élément de contact d'arc est sensiblement constitué des fibres de carbone et de la matrice comprenant au moins un 30 matériau conducteur. Au sens de l'invention, ceci signifie que l'élément de contact comprend moins de 3% en poids d'éventuels autres matériaux.

L'invention a également pour objet un procédé de fabrication d'un élément de contact d'arc tel que défini

ci-dessus, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- on forme un arrangement des fibres de carbone ;

et

5 - on imprègne ces fibres de carbone au moyen de la matrice comprenant au moins un matériau conducteur.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, on imprègne tout d'abord partiellement les fibres de carbone au moyen de carbone, de manière à former une 10 matrice primaire de carbone possédant des espaces intercalaires, puis on remplit ces espaces intercalaires au moyen du matériau conducteur, de manière à réaliser une matrice secondaire formée de ce matériau conducteur.

L'invention a également pour objet un ensemble de 15 contact pour appareillage électrique de coupure en moyenne ou haute tension, notamment pour disjoncteur, comprenant un organe de contact fixe et un organe de contact mobile, chaque organe étant pourvu d'un élément de contact d'arc respectif, ces deux éléments de contact étant aptes à 20 présenter une première position mutuelle de contact et une seconde position mutuelle de coupure, dans laquelle ils sont séparés l'un de l'autre, caractérisé en ce qu'au moins un élément de contact d'arc est tel que décrit ci-dessus.

L'invention a enfin pour objet un appareillage 25 électrique de coupure en moyenne ou haute tension, en particulier un disjoncteur, comprenant une chambre de coupure pourvue d'un ensemble de contact, caractérisé en ce que cet ensemble de contact est tel que défini ci-dessus.

L'invention va être décrite ci-après, en référence aux 30 dessins annexés, donnés uniquement à titre d'exemple non limitatif, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe longitudinale, illustrant une chambre de coupure appartenant à un appareillage électrique de coupure conforme à l'invention ;

- la figure 2 est une vue schématique, illustrant une première étape d'un procédé de fabrication d'un élément de contact d'arc appartenant à l'appareillage de coupure de la figure 1 ;

5 - les figures 3 et 4 sont des vues micrographiques illustrant deux étapes suivantes de ce procédé de fabrication.

La figure 1 illustre une chambre de coupure 2 appartenant à un appareillage électrique de coupure en moyenne ou haute tension, non représenté, qui est par exemple un disjoncteur. L'agencement de cette chambre de coupure est classique, de sorte qu'il sera décrit de façon succincte dans ce qui suit.

Cette chambre 2 est délimitée par une enveloppe cylindrique isolante 4 et est remplie d'un gaz isolant comme par exemple du SF₆. Elle comprend tout d'abord un organe fixe de contact, affecté dans son ensemble par la référence 6. Cet organe 6 comporte, de façon connue, un support 8, sur lequel est monté un élément de contact d'arc 10.

La liaison entre le support 8 et l'élément de contact 10 est assurée par exemple par tout moyen mécanique, tel le vissage ou le goupillage, ou encore tout moyen de soudure avec ou sans métal d'apport. L'organe de contact 6, qui est électriquement connecté à un raccord électrique, non représenté, est en outre pourvu d'un contact de courant permanent 12.

La chambre de coupure 2 renferme également un organe mobile de contact, désigné dans son ensemble par la référence 14. Celui-ci comprend un support 16, sur lequel est rapporté un élément de contact mobile 18..

La liaison entre le support 16 et l'élément de contact 18 est assurée de façon analogue à la liaison évoquée ci-dessus, intervenant entre le support 8 et l'élément 10..

Cet organe mobile 14, qui est également connecté à un autre raccord électrique, non représenté, est équipé d'un contact de courant permanent 20. Ce dernier supporte une tuyère ou buse isolante 22, délimitant un canal annulaire 5 24.

En service, de façon classique, l'organe mobile 14 peut être déplacé entre une position de contact, représentée sur la gauche de la figure 1, dans laquelle les éléments 10 et 18 sont en contact mutuel, ainsi qu'une 10 position de coupure, représentée sur la droite de cette figure 1, dans laquelle ces deux éléments 10 et 18 sont mutuellement séparés.

Lors du déplacement de l'organe mobile 14 de sa position de contact à sa position de coupure, il se forme 15 un arc électrique entre les deux éléments de contact 10 et 18, alors qu'un gaz isolant se trouve dirigé, via le canal annulaire 24, dans la zone 25 de cet arc électrique.

Les figures 2 à 4 illustrent trois étapes de fabrication d'un élément de contact d'arc 10 ou 18 équipant 20 l'appareillage électrique dont la chambre de coupure 2 est représentée sur la figure 1.

Il s'agit tout d'abord, comme le montre la figure 2, d'arranger des fibres de carbone 26 de manière à former un tressage tridimensionnel, désigné dans son ensemble par la 25 référence 28.

Une telle étape de formation de ce tressage 28 est connue, en tant que telle, de l'état de la technique. Elle est par exemple décrite dans l'ouvrage intitulé « Pratique des matériaux industriels », publié en mai 1998 dans la 30 collection « Les référentiels DUNOD ».

Le tressage tridimensionnel 28 est réalisé à partir de fibres longues de carbone au sens de l'invention mentionné précédemment, et il est inévitable qu'une quantité non négligeable de ces fibres longues soit altérée par des

cassures ou des séparations de fibres lors de la formation du tressage. Par conséquent, le matériau obtenu en fibres de carbone tressées est constitué d'une part de fibres longues de carbone et d'autre part de fibres de carbone qui ne sont plus des fibres longues au sens de l'invention.

Une fois le tressage 28 réalisé, il s'agit alors d'infilttrer les fibres de carbone 26 qui le constituent. On imprègne ces dernières au moyen de carbone, sous forme de graphite, de manière à former une matrice primaire 30 s'étendant principalement autour des fibres 26.

Il est à noter que cette imprégnation est réalisée de façon partielle. Ainsi, la matrice primaire 30 définit des espaces intercalaires 32, formant des zones libres qui ne sont pas remplies de carbone.

Cette deuxième étape, décrite en référence à la figure 3, est également connue en tant que telle. Ainsi, elle est notamment explicitée dans l'ouvrage ci-dessus, qui a été précédemment mentionné en référence à l'étape de la figure 2.

Enfin, comme le montre la figure 4, il s'agit d'imprégner le tressage 28 et la matrice primaire 30, au moyen d'un matériau électriquement conducteur, tel que du cuivre. Ce dernier occupe alors les espaces intercalaires 32, initialement laissés libres dans la matrice primaire 30.

Ceci conduit alors à la formation d'une matrice secondaire 34 constituant, avec la matrice primaire 30, une matrice principale dans laquelle sont noyées les fibres de carbone 26.

Cette troisième et dernière étape du procédé de fabrication de l'élément de contact 10 ou 18 est également connue en tant que telle. Il est à noter que, lors de l'étape de la figure 3, on forme la matrice primaire 30 de sorte que le volume des espaces intercalaires 32 permet à

la matrice de cuivre 34 de représenter, par exemple, entre 20 et 40% en poids de l'élément de contact considéré.

Une fois la matrice principale réalisée, il s'agit de mettre en forme l'élément de contact 10 ou 18. Cette étape, 5 qui n'est pas représentée, est réalisée également de façon connue en soi, par tout moyen d'usinage approprié. On citera notamment le tournage, le fraisage ou encore l'électro-érosion.

REVENDICATIONS

1. Elément de contact d'arc (10, 18) pour appareillage électrique de coupure en moyenne ou haute tension, notamment pour disjoncteur, cet élément étant destiné à être rapporté sur un support respectivement fixe (8) ou mobile (16) appartenant à un ensemble de contact de cet appareillage de coupure, ledit élément (10, 18) étant apte à occuper, en service, une première position dans laquelle il est en contact avec un autre élément de contact (18, 10), ainsi qu'une seconde position dans laquelle il est séparé de cet autre élément de contact, afin de permettre l'interruption du courant dans l'appareillage, ledit élément de contact (10, 18) comprenant des fibres de carbone (26) noyées dans une matrice (30, 34) qui comprend au moins un matériau électriquement conducteur, caractérisé en ce que ladite matrice comprenant au moins un matériau conducteur comprend également du carbone, sous forme de graphite.

2. Elément selon la revendication 1, caractérisé en ce que les fibres de carbone (26) comprennent des fibres longues disposées selon un tressage tridimensionnel (28).

3. Elément selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le matériau conducteur représente, en poids, entre 10 et 50% de cet élément de contact.

4. Elément selon la revendication 3, caractérisé en ce que le matériau conducteur représente, en poids, entre 20 et 40% de cet élément de contact.

5. Elément selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la taille des particules du matériau conducteur est comprise entre 0,1 et 200 micromètres.

6. Elément selon la revendication 5, caractérisé en ce que la taille des particules du matériau conducteur est comprise entre 1 et 50 micromètres.

7. Elément selon l'une quelconque des revendications 5 précédentes, caractérisé en ce que ledit matériau électriquement conducteur est le cuivre.

8. Elément selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le diamètre desdites fibres de carbone (26) est compris entre 0,1 et 50 10 micromètres.

9. Elément selon la revendication 8, caractérisé en ce que le diamètre des fibres de carbone (26) est compris entre 2 et 15 micromètres.

10. Elément selon l'une quelconque des revendications 15 précédentes, caractérisé en ce qu'il est sensiblement constitué desdites fibres de carbone (26) et de ladite matrice (30, 34) comprenant au moins un matériau conducteur.

11. Procédé de fabrication d'un élément de contact 20 d'arc (10, 18) conforme à l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- on forme un arrangement (28) desdites fibres de carbone (26) ; et

25 - on imprègne ces fibres de carbone (26) au moyen de ladite matrice (30, 34) comprenant au moins un matériau conducteur.

12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'on imprègne tout d'abord partiellement les fibres de 30 carbone (26) au moyen de carbone, de manière à former une matrice primaire de carbone (30) possédant des espaces intercalaires (32), puis en ce qu'on remplit ces espaces intercalaires au moyen dudit matériau conducteur, de

manière à réaliser une matrice secondaire (34) formée de ce matériau conducteur.

13. Ensemble de contact pour appareillage électrique de coupure en moyenne ou haute tension, notamment pour 5 disjoncteur, comprenant un organe de contact fixe (6) et un organe de contact mobile (14), chaque organe (6, 14) étant pourvu d'un élément de contact d'arc respectif (10, 18), ces deux éléments de contact (10, 18) étant aptes à présenter une première position mutuelle de contact et une 10 seconde position mutuelle de coupure, dans laquelle ils sont séparés l'un de l'autre, caractérisé en ce qu'au moins un élément de contact d'arc (10, 18) est conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 11.

14. Appareillage électrique de coupure en moyenne ou 15 haute tension, en particulier disjoncteur, comprenant une chambre de coupure (2) pourvue d'un ensemble de contact (10, 18, 22), caractérisé en ce que cet ensemble de contact est conforme à la revendication précédente.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

1/2

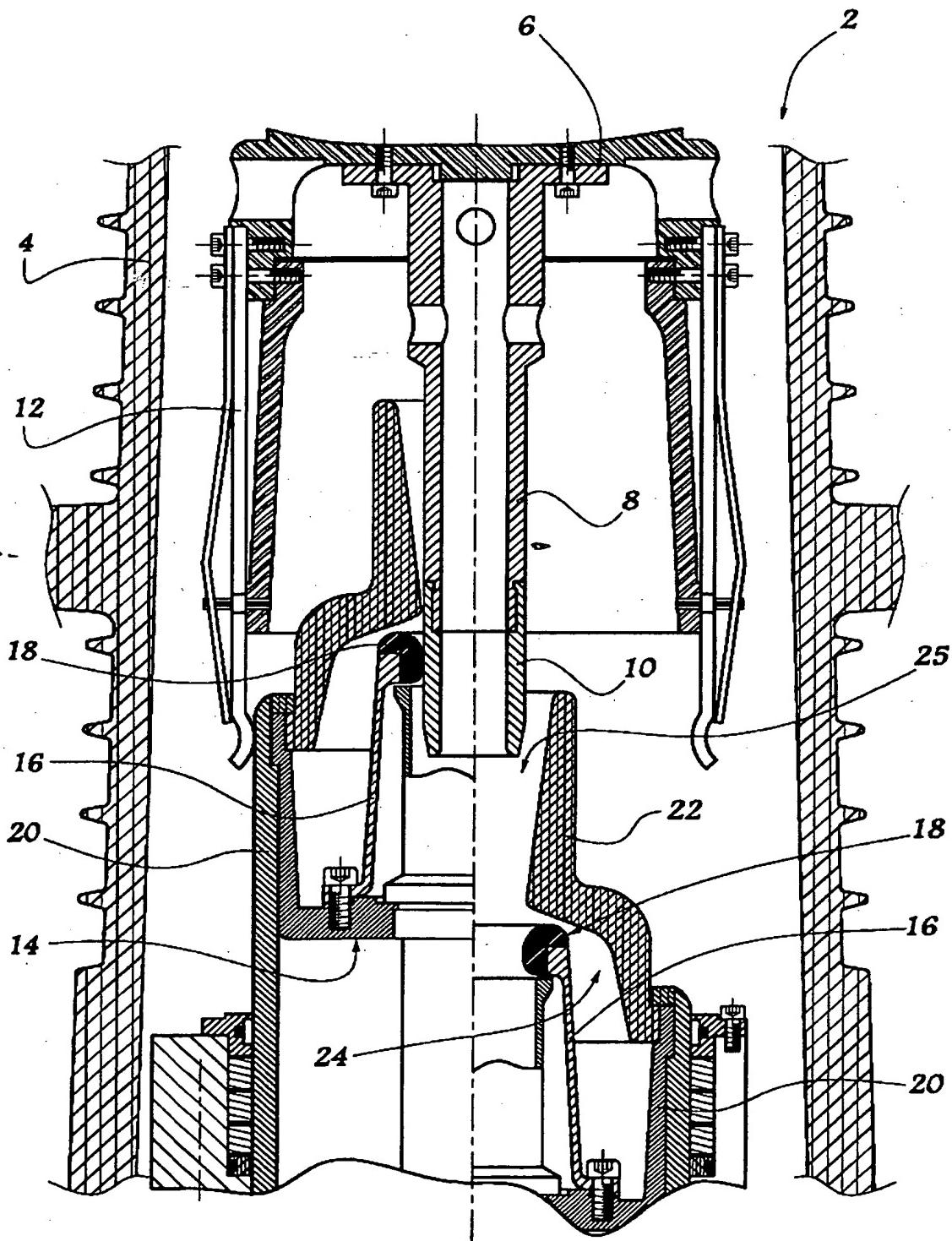


Fig. 1

DT12 Rec'd PCT/PTO 05 JAN 2005

THIS PAGE BLANK (USPTO)

2/2

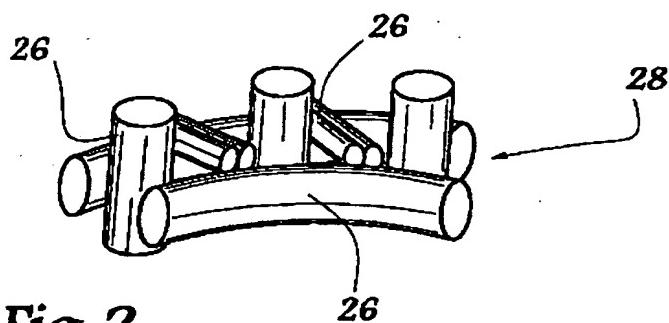


Fig. 2

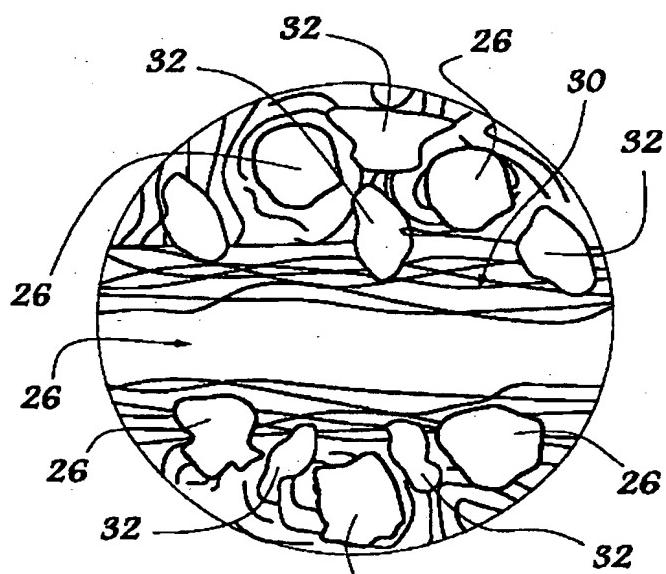


Fig. 3

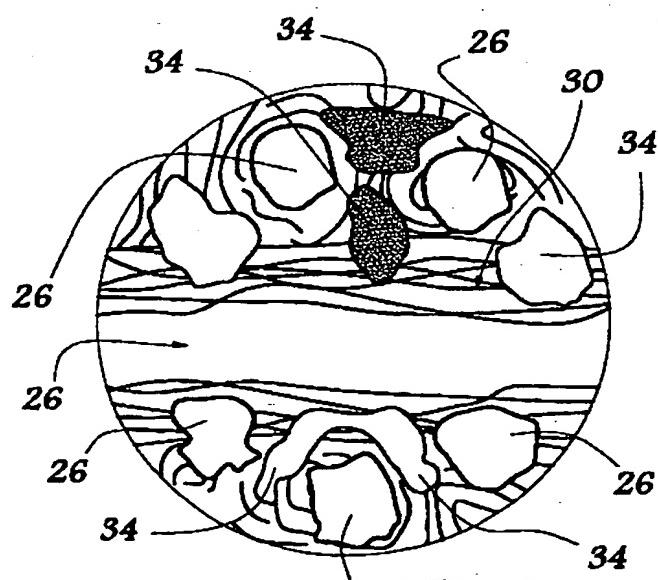


Fig. 4

THIS PAGE BLANK (USPTO)